

## HIGH CARBON STEEL WIRE ROD EXCELLENT IN WIRE DRAWABILITY AND WIRE STRANDING PROPERTY

Publication number: JP6330239

Publication date: 1994-11-29

Inventor: ISHINODA AKIHIKO

Applicant: KOBE STEEL LTD

Classification:

- international: C22C38/00; C22C38/04; C22C38/46; C22C38/00;  
C22C38/04; C22C38/46; (IPC1-7): C22C38/00

- European:

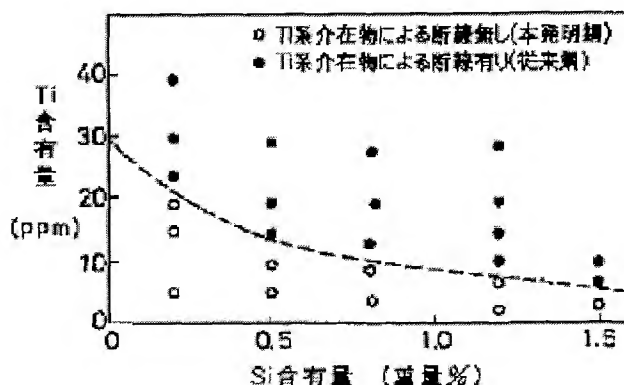
Application number: JP19930118724 19930520

Priority number(s): JP19930118724 19930520

Report a data error here

### Abstract of JP6330239

**PURPOSE:**To obtain high carbon steel wire rod excellent in wire drawability, wire stranding properties and fatigue properties by specifying the compsn. constituted of C, Si, Mn, P, S, Al and Fe and limiting the total oxygen content, the index value of non-metallic inclusions and Ti content. **CONSTITUTION:**This is a high carbon steel wire rod having a compsn. contg., by weight, 0.6 to 1.1% C, 0.1 to ..1.5% Si, 0.2 to 1% Mn,  $\leq 0.025\%$  P,  $\leq 0.025\%$  S and  $\leq 0.03\%$  Al, satisfying 10 to 30ppm total oxygen content,  $(Al_2O_3/SiO_2)$ , i.e., the index value of the average compsn. of non-metallic inclusions having  $\geq 5\mu m$  thickness; 0.2 to 0.6, and Ti;  $12/(Si+0.4)ppm$  and furthermore contg., at need, 0.05 to 1.5% Ni, 0.05 to 1% Co, 0.05 to 1% Cu, 0.05 to 1% Cr and 0.05 to 1% V, and the balance iron with inevitable impurities. In the wire rod, the softening and reducing of hard oxide non-metallic inclusions are attained, by which its expandability and contractibility and wire stranding properties are improved, and fatigue properties after its forming into a product is also made excellent.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

【物件名】

刊行物 7

【添付書類】

5 168

刊  
行  
物  
7

(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-330239

(43) 公開日 平成6年(1994)11月23日

(51) Int. Cl.<sup>1</sup>

C22C 38/00

識別記号

S01 Y

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-115724

(22) 出願日 平成5年(1993)5月20日

(71) 出願人 000001190

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区臨海町1丁目3番10号

(72) 発明者 石野田 麗彦

兵庫県加古川市金沢町1番地 株式会社神

戸製鋼所加古川製鉄所内

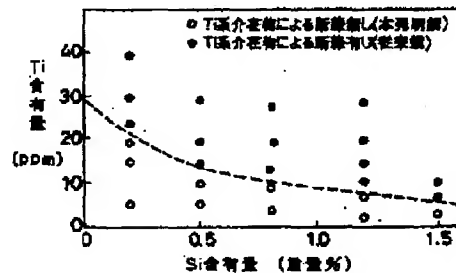
(73) 代理人 弁理士 植木 久一

(54) 【発明の名称】 伸縮性および延縮性に優れた高炭素鋼材料

(57) 【要約】

【目的】 硬質な炭化物系非金属化合物の軟質化および底辺を造成することによって、伸縮性および延縮性を改善すると共に、疲労特性にも優れた高炭素鋼材料を提供する。

【構成】 C: 0.6~1.1%, Si: 0.1~1.5%, Mn: 0.2~1%, P: 0.025%以下, S: 0.025%以下, Al: 0.003%以下を夫々含有すると共に、所定の要件を満足し、殘部鉄および不純物不純物からなる。



(2)

特開平6-330239

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $C:0.6\sim1.1\%$ （重量%の意味、以下同じ）、 $Si:0.1\sim1.5\%$ 、 $Mn:0.2\sim1\%$ 、 $P:0.025\%$ 以下、 $S:0.025\%$ 以下、 $Al:0.003\%$ 以下を夫々含有すると共に、下記(1)～(4)の条件を満足し、炭素酸および不可避不純物からなることを特徴とする伸縮性および燃焼性に優れた高炭素鋼線材。

(1) 全炭素量が10～30ppmである。

(2) 厚さ5 $\mu m$ 以上の非金属介在物の平均組成の指数値である( $Al_2O_3/SiO_2$ )が0.2～0.6である。

(3)  $Ti$ 含有量が、 $Ti(ppm) \leq 12/[Si(\%) + 0.4]$ の関係満足する。

【請求項2】 更に、 $N:0.05\sim1.5\%$ を含有するものである請求項1に記載の高炭素鋼線材。

【請求項3】 更に、 $Co:0.05\sim1\%$ を含有するものである請求項1または2に記載の高炭素鋼線材。

【請求項4】 更に、 $Cu:0.05\sim1\%$ を含有するものである請求項1～3のいずれかに記載の高炭素鋼線材。

【請求項5】 更に、 $Cr:0.05\sim1\%$ を含有するものである請求項1～4のいずれかに記載の高炭素鋼線材。

【請求項6】 更に、 $V:0.05\sim1\%$ を含有するものである請求項1～5のいずれかに記載の高炭素鋼線材。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、橋梁用ロープ、ホースワイヤー、ベルトコードおよびタイヤコード等の素材として、更には弁ばね等の素材として用いられる高炭素鋼線材に関するものであり、特に伸縮性および伸縮性の制御性を改善すると共に、製品化した後の疲労特性にも優れた高炭素鋼線材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 高炭素鋼線材は、伸縮加工された後に、炭素加工によって炭素本質り合わせてコード等に成形されたり、ばね等の成形加工を受けるのが一般的である。これらの加工において、伸縮性や炭素性に悪影響を与えるものとして、酸化物系非金属介在物が知られている。また酸化物系非金属介在物は、製品化した後の鋼材の疲労特性を低下させることも知られている。酸化物系非金属介在物のうち、とりわけ $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $CaO$ および $TiO_2$ 等の単相組成の介在物は、硬度も高く非延性であって、上記各特性に直接的に悪影響を及ぼすものである。

【0003】 こうしたことから、伸縮性や炭素性、更には疲労特性に優れた高炭素鋼線材を製造するには、鋼の洗浄度を高めると共に、酸化物系非金属介在物を軟質化

する必要があるとされている。

【0004】 鋼の洗浄度を高めると共に酸化物系非金属介在物を軟質化する為の技術として、例えば特開昭55-24961号公報等に開示された技術が提案されている。この技術は、溶製中の $Al$ 量を低減して、 $Al_2O_3$ 系非金属介在物の組成制御を行なうものであるが、十分な効果が得られるとは言い難かった。

【0005】 一方、特公昭57-35243号公報においては、 $Al$ 規制下で脱酸内にキャリアーガス（不活性ガス）と共に $CaO$ フラックスを吹込み、予備脱酸した後、 $Ca$ 、 $Mg$ および $REM$ よりなる群から選ばれる1種以上を含有する合金を吹込むことによって非金属介在物を軟質化する技術が提案されている。また特公平4-8499号公報には、非金属介在物インデックスを規定し、且つ非金属介在物の組成をも規定することによって、非金属介在物の軟質化を図り、これによって伸縮性や疲労特性を改善する技術が提案されている。しかしながら、これらの技術においては、 $SiO_2-Al_2O_3-MnO-CaO$ 系の介在物について、組成を軟質な介在物に改質することができても、その制御は非常に困難を要するばかりか、特に硬質で有害な $Ti$ 系介在物については全く低減できず、それほどの効果が発揮されていなかった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明はこうした状況のもとになされたものであって、その目的は、硬質な酸化物系非金属介在物の軟質化および低減を図ることによって、伸縮性および炭素性を改善すると共に、疲労特性にも優れた高炭素鋼線材を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成し得た本発明とは、 $C:0.6\sim1.1\%$ 、 $Si:0.1\sim1.5\%$ 、 $Mn:0.2\sim1\%$ 、 $P:0.025\%$ 以下、 $S:0.025\%$ 以下、 $Al:0.003\%$ 以下を夫々含有すると共に、下記(1)～(4)の条件を満足し、炭素酸および不可避不純物からなる点に炭素を含有する高炭素鋼線材である。

【0008】 (1) 全炭素量が10～30ppmである。

(2) 厚さ5 $\mu m$ 以上の非金属介在物の平均組成の指数値である( $Al_2O_3/SiO_2$ )が0.2～0.6である。

(3)  $Ti$ 含有量が、 $Ti(ppm) \leq 12/[Si(\%) + 0.4]$ の関係満足する。

【0009】

【組成および作用】 酸化物系非金属介在物の可塑性については、単相組成若しくは特定の酸化物が著しく高含有量となる場合には、硬質となって可塑性が劣ることは知られている。本発明者はこうした知見に基づき、高炭素鋼線材の伸縮性および炭素性を改善する手段について、様々な角度から検討を重ねた。その結果、特定の化学成

(3)

特開平6-330239

分組成を有する高炭素鋼線材において、該線材中の全炭素量を所定の範囲に規定すると共に、厚さ5mm以上の非金属介在物の平均組成の指数値となる $Al_2O_3$ 量と $SiO_2$ 量の比( $Al_2O_3/SiO_2$ )を所定の範囲に規制することによって、 $Al_2O_3-SiO_2$ よりなる非金属介在物を酸質化できること、および鋼中の $Si$ 量に合わせた $Ti$ 含有量の制御を行なうことによって、 $Ti$ 系介在物を大幅に低減できることを見出し、更にこれらをバランス良く達成することによって伸縮加工性および溶接性を大きく改善でき、しかも疲労特性をも向上できることを見出し、本発明を完成した。まず本発明において対象とする線材の化学成分規定理由は下記の通りである。

【0010】C:0.8~1.1%

加工後の強度を確保するという観点から、C含有量の下限値はピアノ線の下限値である0.8%とした。一方、C含有量は多くすればするほど高強度が達成されるが、その反面高炭素化は線材の脆化を招く。特にCの含有量が1.1%を超えると、 $\delta$ フェーステナイト粒界にセメントタイトの析出が多くなって却って伸縮加工性を悪害するので、その上限は1.1%とした。

【0011】Si:0.1~1.5%

Siは、マトリックスの強化を図り、また脱酸に有効な元素であり、その効果を発揮させるためには0.1%以上添加する必要がある。しかしながら、Siが過剰に添加されると、 $SiO_2$ 系の非金属介在物が生成し、伸縮性と脱酸性が悪化し、断線回数が増加すると共に、脱炭素の生成が著しくなって疲労特性が低下するので、Siの添加量は1.5%以下とする必要がある。

【0012】Mn:0.2~1%

MnはSiと同様に脱酸元素として有効に作用するだけでなく、鋼中のSをMnSとして固定する作用を有しており、鋼中に固溶しているSによる鋼線材の脆性劣化を防止する効果がある。これらの効果を発揮させるためには、0.2%以上添加する必要がある。一方、Mnは鋼の焼入性を増大させるので、1%を超えて過剰に含有させるとマルテンサイトが発生し、伸縮性を著しく低下させ曲線を発生させる。

【0013】P:0.025%以下、S:0.025%以下

PとSは共に鋼の靱性を低下させる元素であり、また偏析し易い元素であり、どちらも0.025%以下に規制する必要がある。

Al:0.003%以下

Alは過剰に含有させると、 $Al_2O_3$ や $MgO-Al_2O_3$ 等の非金属介在物が多量に生成し、溶注伸縮工程や熱処理工程での断線原因となる。従って、Alの添加量は可能な限り少なくするのが良く、少なくとも0.003%以下にする必要がある。

【0014】本発明の高炭素鋼線材は、以上の元素を基

本成分とすると共に、後に詳述する(i)~(iii)の要件を満足し、残留鉄および不可避不純物からなるものであるが、必要に応じてNi、Co、Cu、Cr、V等を含有するものであってもよい。これらの元素を含有させるとき、作用および適切な含有量は下記の通りである。

【0015】Ni:0.05~1.5%

Niは、CやNによる時効硬化を遅らせて靱性の低下を防ぐと共に、軟り性の改善にも有効な元素である。これらの効果を発揮させるためには、0.05%以上添加する必要がある。しかしながら、1.5%を超えて過剰に添加すると、焼入性が上がり、マルテンサイトが発生し易くなって、伸縮性が低下する。

【0016】Co:0.05~1%

Coは初析セメントタイトの析出防止およびパーライト組織を微細化して鋼の強度を高めるのに有効である。このような効果を発揮させるには0.05%以上添加する必要があるが、1%を超えて添加しても効果は飽和する。

【0017】Cu:0.05~1%

Cuは耐食性の向上と炭素析出物の析出硬化による高強度化に有効な元素であり、そのためには0.05%以上添加する必要がある。しかしながら、過剰に添加すると却って延性を損なうので1%以下にする必要がある。

【0018】Cr:0.05~1%

Crはパーライトラメラ間隙を小さくして、圧延後または熱処理後の強度を上昇させる。また伸縮加工等における加工硬化率を高める作用を有するので、Crの添加によって比較的低い加工率でも高強度を得ることができる。これらの作用を発揮させるには0.05%以上添加する必要があるが、過剰に添加するとパーライト変態に対する焼入性が高くなりパテンティング処理が困難になり、さらに2次スケールが緻密になり過ぎ、メカニカルデスケーリング性や酸洗性が劣化することから、1%以下にする必要がある。

【0019】V:0.05~1%

Vは焼入性向上元素であると同時に炭素化合物生成元素であり、鋼の強度向上に有効である。このような作用を発揮させるためには、0.05%以上添加する必要があるが、過剰に添加するとマルテンサイトやペーナイト組織が発生し、加工性が悪くなるので1%以下とする必要がある。

【0020】次に、前記(i)~(iii)の要件について説明する。まず(i)の要件は、鋼中の全炭素量を10~30ppmと限定したものである。全炭素量が高くなると、凝固時にブローホールが発生し易くなってそれが表面皮になったり、硬質の炭化物系非金属介在物量が多くなるので、30ppm以下にする必要がある。

【0021】一方、全炭素量を10ppm未満まで脱炭するには、一般的にAlやMg等の強力な脱酸材が必要となり、これらを使用した場合にはAlやMgは酸化物となって硬質の非金属介在物として鋼中に残り、伸縮性

(4)

特開平 6-330239

や腐蝕性を低下させる。従って、全酸素量の下限は 10 ppm とした。ちなみに図 1 は、全酸素量と介在物指数の関係を示すグラフであるが、全酸素量が 10~30 ppm で介在物が少なくなっていることがわかる。

【0022】(II)の要件は、厚さ 5  $\mu\text{m}$  以上の非金属介在物の平均組成の指数値である ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ) が 0.2~0.6 と規定したものである。本発明者らが、焼材中に酸化物系非金属介在物として認められる介在物の組成と、伸線性および腐蝕性並びに疲労特性との関係について調査したところ、非金属介在物が  $\text{SiO}_2$ ・ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ・ $\text{CaO}$ ・ $\text{MnO}$  系の場合には、主に  $\text{SiO}_2$  と  $\text{Al}_2\text{O}_3$  のバランス (即ち  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ) が特定範囲内に入っていれば、酸化物系非金属介在物は軟質な延性介在物になることが判明した。尚、非金属介在物の厚さを 5  $\mu\text{m}$  以上としたのは、厚さ 5  $\mu\text{m}$  以上の非金属介在物が伸線性、腐蝕性および疲労特性等に直接的な影響を及ぼすからである。

【0023】介在物組成 ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ) と新線指数 (伸線時および伸線時) の関係を図 2 に、介在物組成 ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ) と (S-N 曲線) 疲労特性の関係を図 3 に示す。これらの結果から明らかな様に、( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ) が 0.2~0.6 の範囲内では、非常に良好な伸線性および腐蝕性が得られており、また疲労特性も良好であることがわかる。

【0024】次に(III)の要件は、「T1 含有量が、 $\text{T1 (ppm)} \leq 12 / [\text{Si} (\%) + 0.4]$  の関係を満足する」と規定したものである。酸化物系非金属介在物のうち、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{T1O}_2$  の各単組成の介在物は硬度が高く非粘性であることは、上述した通りである。このうち  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaO}$  等の介在物については、上記の如く全酸素量を規定することと、( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ) の値のバランスを図ることによって、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ・ $\text{SiO}_2$ ・ $\text{CaO}$ ・ $\text{MnO}$  系内の介在物として軟質化することが可能であるが、 $\text{T1O}_2$  系介在物については  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ・ $\text{SiO}_2$  系の割合の介在物にすることによって軟質化させることは非常に困難である。この為、T1 系介在物は T1O<sub>2</sub> 単体として存在し、新線の原因となる。また本発明者らが研究したところによると、T1 系介在物は従来の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  系や  $\text{SiO}_2$  系の介在物に比べて小さな大きさで、伸線性や腐蝕性に悪影響を及ぼすことを見出した。

【0025】図 4 は、各介在物 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  系および T1O<sub>2</sub> 系) における破面介在物平均大きさ指数が伸線加工性 (伸線加工時の新線指数) に与える影響を示したグラフである。図 4 から明らかな様に T1 系介在物は  $\text{Al}_2\text{O}_3$  系介在物に比べて約半分の大きさであるにもかかわらず、同じ程度に新線が発生していることがわかる。

【0026】そこで本発明者らが、T1 系介在物を低減

するという観点から、成分の異なる種々の試験材で実験を行なった。その結果、T1 系介在物の発生は鋼中に含まれている T1 量と Si 量で関係づけられることを見出した。即ち、図 5 は Si 含有量および T1 含有量が T1 系介在物による新線に与える影響を示すグラフであるが、Si 含有量が多い場合は T1 含有量が少なくても T1 系介在物が発生し、伸線時や腐蝕時に新線が発生し易いことが判明した。

【0027】尚図 6 は Si 含有量が 0.2% のときに T1 含有量が疲労特性に与える影響を示すグラフ (S-N 曲線) であるが、この結果は T1 含有量を Si 含有量との関係で規定することによって伸線性や腐蝕性をより良好にできることを示すものである。

【0028】これらの結果から、本発明者らは更に検討を重ねたところ、T1 含有量を  $\text{T1 (ppm)} \leq 12 / [\text{Si} (\%) + 0.4]$  となる様に規定すれば、T1 系介在物による伸線性および腐蝕性を極めて良好にできることがわかった。

【0029】

【発明の効果】本発明は以上の様に構成されており、本発明の高炭素鋼材は硬質の酸化物系非金属介在物が少なくなつて伸線性が良好となるので、高温での伸線が可能となり、加工の難しい極線用素材として最適である。また  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ・ $\text{SiO}_2$  系の介在物は軟質化されており、且つ T1O<sub>2</sub> 等の硬質な介在物も少なくなっているため、伸線時や腐蝕時の介在物に起因する新線が非常に少なくなり、従来の鋼材に比べこれらの特性が著しく向上したものと看做される。そして新線が少なくなることは、生産性を大幅に向上するという利益も得られる。更に、本発明の高炭素鋼材は、硬質の酸化物系非金属介在物が少なくなることによって疲労特性にも優れたものとなり、各種ワイヤー、スチールコード、弁ばね等の素材として最適である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】全酸素量と介在物指数の関係を示すグラフである。

【図 2】介在物組成 ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ) と新線指数 (伸線時および伸線時) の関係を示すグラフである。

【図 3】介在物組成 ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ) と疲労特性の関係を示すグラフである。

【図 4】 $\text{Al}_2\text{O}_3$  系および T1O<sub>2</sub> 系の各介在物における破面介在物平均大きさ指数が伸線加工性に与える影響を示すグラフである。

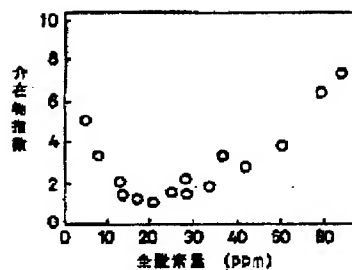
【図 5】Si 含有量および T1 含有量が T1 系介在物による新線に与える影響を示すグラフである。

【図 6】Si が 0.2% のときに T1 含有量が疲労特性に与える影響を示すグラフである。

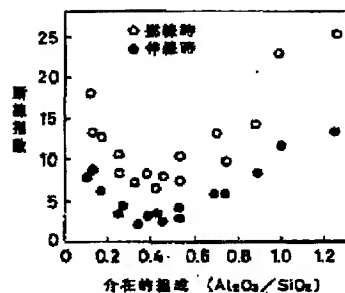
(5)

特開平6-330239

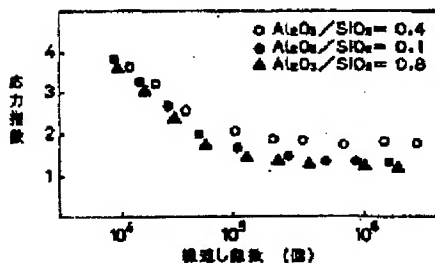
【図1】



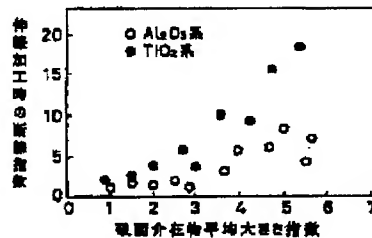
【図2】



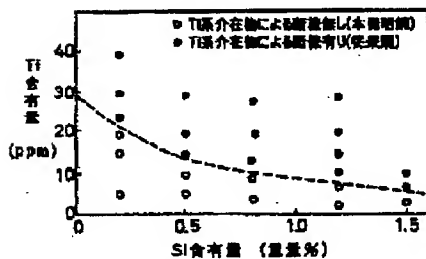
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

